

电子元器件 应用进阶

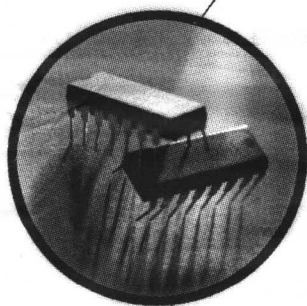


DIANZI YUANQIJIAN
YINGYONG JINJIE

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

电子元器件 应用进阶

本书编写组



DIANZI YUANQIJIAN
YINGYONG JINJIE

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

电子元器件应用进阶/本书编写组编. —福州: 福建科学技术出版社, 2005. 9

ISBN 7-5335-2633-3

I. 电… II. 本… III. 电子元件-基本知识
IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 057498 号

书 名	电子元器件应用进阶
作 者	本书编写组
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福建二新华印刷有限公司
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32
印 张	8.875
字 数	206 千字
版 次	2005 年 9 月第 1 版
印 次	2005 年 9 月第 1 次印刷
印 数	1—4 000
书 号	ISBN 7-5335-2633-3
定 价	18.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

目 录

第 1 章 电路基本元件	(1)
1.1 电阻器	(1)
1.1.1 电阻器的基本应用	(1)
1.1.2 固定电阻器的类型	(2)
1.1.3 识别电阻器的标记	(4)
1.1.4 电阻器的额定功率	(5)
1.1.5 可变电阻器	(5)
1.2 电容器	(7)
1.2.1 电容器的工作原理	(8)
1.2.2 关于 $I=CdV/dt$ 的说明	(8)
1.2.3 电容器的基本功能	(9)
1.2.4 电容器的类型	(10)
1.2.5 电容器的标记	(14)
1.2.6 电容器的使用要点	(15)
1.2.7 电容器的实际应用	(16)
1.3 电感器	(17)
1.3.1 电感器的基本原理	(18)
1.3.2 电感器的基本作用	(20)
1.3.3 电感器的类型	(21)
1.4 变压器	(23)

1.4.1	变压器的工作原理	(23)
1.4.2	特殊类型的变压器	(26)
1.4.3	变压器的基本应用	(27)
1.4.4	变压器的实际类型	(28)
1.5	保险丝和断路器	(29)
1.6	话筒	(32)
1.6.1	话筒的种类	(32)
1.6.2	话筒的特性指标	(33)
1.7	扬声器	(34)
第2章	半导体器件	(36)
2.1	半导体概述	(36)
2.2	二极管	(40)
2.2.1	二极管的工作原理	(40)
2.2.2	二极管的基本应用	(42)
2.2.3	有关二极管的几个要点	(47)
2.3	稳压二极管	(48)
2.4	三极管	(50)
2.4.1	三极管的工作原理	(51)
2.4.2	三极管的基本应用	(56)
2.4.3	三极管的种类	(67)
2.4.4	关于三极管的几个要点	(69)
2.4.5	三极管的实际应用	(70)
2.5	结型场效应管	(76)
2.5.1	结型场效应管的工作原理	(77)
2.5.2	结型场效应管的技术参数和公式	(78)

2.5.3	结型场效应管的基本应用	(83)
2.5.4	结型场效应管的几个使用要点	(88)
2.5.5	结型场效应管的应用	(89)
2.6	金属氧化物半导体场效应晶体管	(90)
2.6.1	MOS管的工作原理	(92)
2.6.2	MOS管的基本应用	(93)
2.6.3	耗尽型 MOS 管的技术参数和公式	(93)
2.6.4	增强型 MOS 管的技术参数和公式	(96)
2.6.5	有关 MOS 管的几个要点	(99)
2.6.6	MOS管的实际应用	(101)
2.7	单结晶体管 (UJT)	(104)
2.7.1	UJT 管的工作原理	(105)
2.7.2	UJT 管的技术资料	(106)
2.7.3	UJT 管的典型应用 (弛张振荡器)	(107)
2.7.4	UJT 管的种类	(107)
2.7.5	UJT 管的实际应用	(108)
2.8	可控硅 (SCR)	(110)
2.8.1	SCR 的工作原理	(110)
2.8.2	SCR 的基本应用	(111)
2.8.3	SCR 的种类及技术参数	(113)
2.9	可控硅开关 (SCS)	(115)
2.10	双向可控硅	(116)
2.10.1	双向可控硅的工作原理	(116)
2.10.2	双向可控硅的基本应用	(117)
2.10.3	双向可控硅的种类与技术参数	(119)
2.11	四层二极管和双向二极管	(120)

2.12 半导体器件特性一览表	(122)
第3章 光电子器件	(125)
3.1 光电子概述	(125)
3.2 电灯	(127)
3.3 发光二极管 (LED)	(129)
3.3.1 LED的工作原理	(129)
3.3.2 LED的种类	(130)
3.3.3 LED的技术资料	(132)
3.3.4 LED的基本应用	(133)
3.4 光敏电阻	(135)
3.4.1 光敏电阻的工作原理	(136)
3.4.2 光敏电阻相关技术	(136)
3.4.3 光敏电阻的实际应用	(137)
3.5 光电二极管	(138)
3.5.1 光电二极管的工作原理	(139)
3.5.2 光电二极管的基本应用	(140)
3.5.3 光电二极管的种类	(140)
3.6 太阳能电池	(141)
3.7 光电三极管	(142)
3.7.1 光电三极管的工作原理	(143)
3.7.2 光电三极管的基本电路	(144)
3.7.3 光电三极管的种类	(144)
3.7.4 光电三极管的技术资料	(145)
3.7.5 光电三极管的实际应用	(146)
3.8 光电晶闸管	(147)

3.8.1	LASCR 的工作原理	(147)
3.8.2	LASCR 的基本应用	(148)
3.9	光电耦合器	(148)
3.9.1	光电耦合器的工作原理	(148)
3.9.2	集成光电耦合器	(149)
3.9.3	光电耦合器的实际应用	(150)
第 4 章	模拟集成电路	(152)
4.1	集成电路概述	(152)
4.2	运算放大器	(156)
4.2.1	运算放大器的工作原理	(158)
4.2.2	运算放大器的相关理论	(158)
4.2.3	负反馈	(160)
4.2.4	正反馈	(165)
4.2.5	运算放大器的实际类型	(167)
4.2.6	运算放大器的特性	(169)
4.2.7	实践中的注意事项	(172)
4.2.8	电压和电流的偏移补偿	(173)
4.2.9	运算放大器的实际应用	(174)
4.3	振荡器和定时器	(183)
4.3.1	RC 间歇振荡器	(184)
4.3.2	555 定时器集成电路	(185)
4.3.3	压控振荡器	(196)
4.3.4	晶体振荡器	(196)
4.4	稳压器	(200)
4.4.1	稳压集成电路	(201)

4.4.2	一些简单的电源	(204)
4.5	音频放大器	(206)
4.5.1	反相放大器	(206)
4.5.2	同相放大器	(208)
4.5.3	常用功放集成电路	(208)
第5章	数字集成电路	(211)
5.1	常用的逻辑器件	(211)
5.1.1	TTL 集成电路	(212)
5.1.2	CMOS 集成电路	(214)
5.1.3	输入/输出电平与噪声容限	(215)
5.1.4	额定电流、扇出及传输延迟	(216)
5.1.5	各种 TTL 和 CMOS 系列	(218)
5.1.6	其他逻辑器件系列	(222)
5.1.7	集电极开路门 (OC)	(224)
5.1.8	施密特触发器	(226)
5.1.9	各种逻辑器件的连接	(227)
5.2	组合器件	(230)
5.2.1	数据选择器和双向开关	(230)
5.2.2	数据分配器和译码器	(233)
5.2.3	编码器	(237)
5.3	时序逻辑器件	(240)
5.3.1	SR 触发器	(240)
5.3.2	SR 触发器 (锁存) 集成电路	(248)
5.3.3	D 触发器	(248)
5.3.4	JK 触发器	(254)

5.3.5	数字时钟发生器和单脉冲发生器	(260)
5.4	计数器集成电路	(264)
5.4.1	异步计数器集成电路 7490	(265)
5.4.2	同步计数器集成电路 74193	(267)
5.5	移位寄存器	(270)

第 1 章 电路基本元件

1.1 电阻器

电阻器是电路中用于减小电流同时降低电压的器件。电阻器两端的电压和通过的电流的关系是 $V = IR$ 。电阻器在不引起混淆的情况下，常简称电阻。

电阻可以有固定的电阻值，或者设计为可变的电阻值。它们也可以有随着光和热改变而改变的电阻值（如光敏电阻、热敏电阻）。图 1.1.1 为各种电阻器的外形。

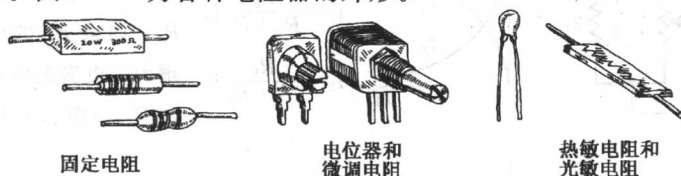


图 1.1.1

1.1.1 电阻器的基本应用

下面是一些很有用的电阻电路，它们在电路中经常使用到。

限流器

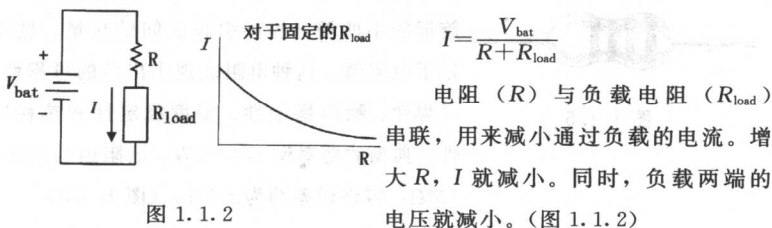
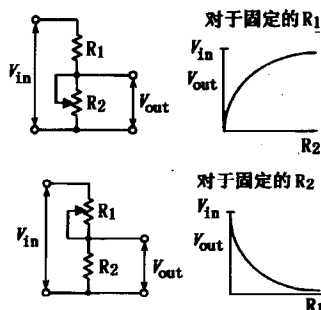


图 1.1.2

电压分配器

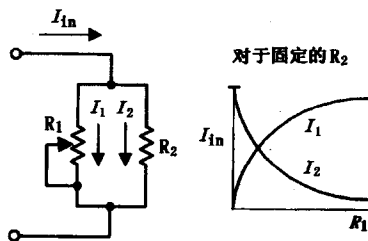


图中曲线为电压分配器电压与电阻的关系曲线，用来描述整个过程。
(图 1.1.3)

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} V_{in}$$

图 1.1.3

电流分配器



当电流 I_{in} 进入上面的连接点，部分流过 R_1 ，其余部分流过 R_2 。如果 R_1 的电阻增大，更多的电流转向 R_2 。(图 1.1.4)

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_{in}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_{in}$$

图 1.1.4

1.1.2 固定电阻器的类型

炭膜电阻

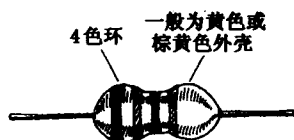


图 1.1.5

这是最常用的电阻之一。它是将炭膜沉积在陶瓷小圆筒内而制成的。炭膜上刻着螺旋形的小凹槽，控制引脚之间的炭量，就设定了电阻值。这种电阻表现出出色的可靠性、可焊性、噪声稳定性、湿度稳定性和热稳定性。典型的功率为 $1/4 \sim 2W$ 。电阻值为 $10\Omega \sim 1M\Omega$ ，容许误差约为 $\pm 5\%$ 。(图 1.1.5)

炭合成电阻

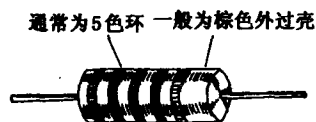


图 1.1.6

这是另外一种十分常见的由炭粉末和黏合胶制成的电阻。要增大电阻，只要减少加入的炭量。这种电阻表现出可预见的性能：低电感、低电容。功率为 $1/8 \sim 2W$ 。电阻值为 $1\Omega \sim 1M\Omega$ ，容许误差约为 $\pm 5\%$ 。（图 1.1.6）

金属氧化膜电阻



图 1.1.7

这是一种用金属氧化膜包裹陶瓷心制成的通用的电阻。这种电阻在高温条件下工作时，具有机械和电稳定性及可读性。它们的表面涂有特殊的漆，使它能防腐蝕和潮湿。典型的电阻值为 $1 \sim 200\Omega$ ，容许误差为 $\pm 5\%$ 。（图 1.1.7）

精密金属膜电阻



图 1.1.8

这是一种阻值十分精确、超低噪声的电阻。它用陶瓷做基层，包裹着金属膜，外面是环氧树脂外壳。这种电阻用在精密设备，如测试仪器、数字和模拟设备以及音视频设备中。电阻值为 $10\Omega \sim 2M\Omega$ ，功率为 $1/8 \sim 1/2W$ ，容许误差为 $\pm 1\%$ 。（图 1.1.8）

大功率绕线电阻

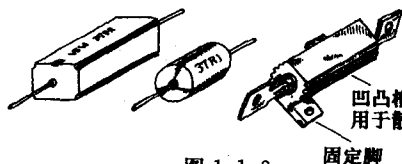


图 1.1.9

这种电阻用于大功率的场合。它包含釉瓷外壳、水泥外壳或铝壳。电阻值为 $0.1\Omega \sim 150k\Omega$ ，功率为 $2 \sim 500W$ （或更大）。（图 1.1.9）

光敏电阻和热敏电阻

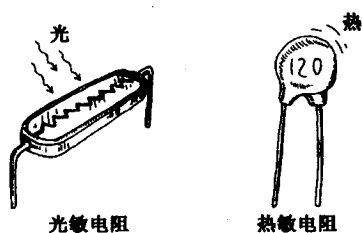


图 1.1.10

这些是特殊类型的电阻，当加以热和光时，电阻改变。光敏电阻由半导体材料（如硫化镉）制成。增大光强度则降低电阻。热敏电阻是对温度敏感的电阻。增高温度则降低电阻（在大多数情况下）。(图 1.1.10)

1.1.3 识别电阻器的标记

电阻器表面印刷有一系列色带或文字标记来注明电阻值。标记上可能还包括容许误差（标称电阻值和实际电阻的误差的百分比）、温度系数额定值（不全有）和可靠性等级（工作 1000 小时后电阻保持容许误差值的能力）等其他信息。图 1.1.11 是一些通用的标记图表。

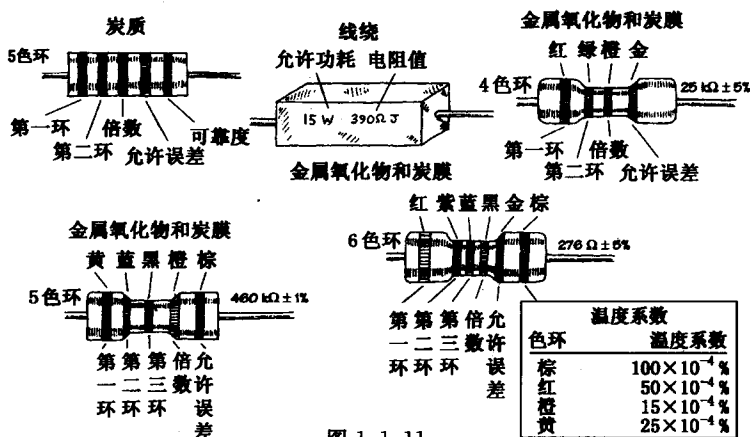


图 1.1.11

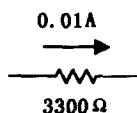
可靠度 (1000h)		允许误差		数字/倍数					
色环	可靠度	色环	允许误差	色环	数字	倍数	色环	数字	倍数
棕	1%	银	±10%	黑	0	×1	蓝	6	×1M
红	0.1%	金	±5%	棕	1	×10	紫	7	×10M
橙	0.01%	棕	±1%	红	2	×100	灰	8	100M
黄	0.001%	红	±2%	橙	3	×1k	白	9	1000M
		绿	±0.5%	黄	4	×10k	银	—	×0.01
		蓝	±0.25%	绿	5	×100k	金	—	×0.1
		紫	±0.1%						

图 1.1.11 (续)

1.1.4 电阻器的额定功率

来关注一下电阻值相同而额定功率不同的两个电阻器是很重要的。额定功率高的电阻能够更有效地散发电流产生的热。用低功率的电阻替代高功率的电阻可能会导致“熔断”。如果你还不能确定用什么规格的电阻，下面的例子也许对你有帮助。

例：假设你想要传送 10mA (0.01A) 的电流通过一个 3300Ω 的电阻。问：该电阻需要有多大的额定功率？



解：参见图 1.1.12，要计算出额定功率，你必须计算出通电时电阻的功率，这个功率可以用功率计算公式来确定。

$$P = I^2 R = (0.01A)^2 \times (3300\Omega) = 0.33W$$

图 1.1.12

那么，你需要的是一个额定功率至少为 0.33W 的电阻，宁可大一点以确保安全。由于电阻典型的额定功率是 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W 等等。这个例子中，应该用一个 1/2W 的电阻。

注意，在处理交流电流和交流电压时，在功率等式（如 $P = I_{rms}^2 R = V_{rms}^2 / R$ ）中你一定要用电流和电压的有效值。

1.1.5 可变电阻器

可变电阻器可以通过调节旋钮来提供不同数值的电阻值。图

1.1.13 为常用可变电阻器。

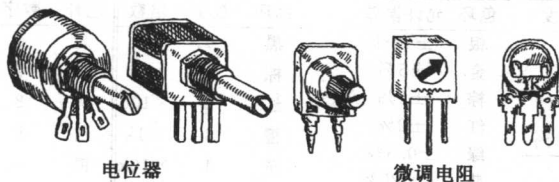


图 1.1.13

可变电阻器包括电位器、变阻器和微调电阻。电位器和变阻器本质上是同样的东西，但是变阻器一般用在大功率交流电路，而电位器一般用于低功率直流电路。电位器和变阻器都设计用于需要频繁调节的电路中。微调电阻是不频繁调节的精密电位器，通常带有可以插入印刷电路板的管脚。它用于微调电路（如调谐一个因老化而失谐的电路），通常藏在一个外壳内。

可变电阻器有 2~3 个接线端。图 1.1.14 是可变电阻器接线端常用的接线方式。

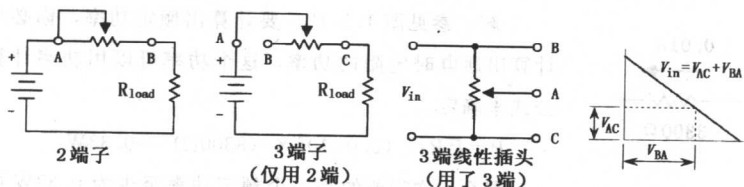


图 1.1.14

购买可变电阻时，要了解线性和非线性可变电阻的区别。电位器特性曲线反映了旋转控制旋钮时电阻值的变化情况。图 1.1.15 给出转动控制旋钮时，线性和非线性可变电阻器的电阻值是如何变化的。

为什么可变电阻器要有非线性的？这是因为人生理上对信号强度（比如声音强度和光强度）变化的感觉有着特殊的方式。例

如，你可能以为如果将声强度和光强度加倍，你将感觉到声音和光加倍。不幸的是，至少就直觉来说，人不是这样感觉的。事实上，我们感觉到的响度和亮度与仪器测量到的实际强度的对数成正比。因此，如

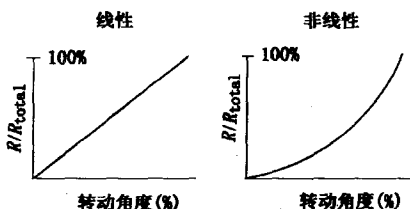


图 1.1.15

果你正为一套音响构建一个放大器，或者你正构建一个调光电路，选用非线性的可变电阻是明智之举。

1.2 电容器

电容器是临时电荷存储单元，它的特性可用公式 $I = C dV/dt$ 描述。这个公式告诉我们简单道理：如果在 $1\mu F$ 的电容上加 $1s$ 长的 $1mA$ 脉冲电流，电容器两端的电压就会增加到 $1000V$ 。更一般地，这个公式阐述了：电容器两端的电压随时间变化时（如高频信号），电容“喜欢”通过电流；当电容器两端的电压是常量（直流信号）时，电容“讨厌”通过电流。电容“不喜欢”通过电流是由电容的容抗 $X_c = 1/(\omega C)$ 所决定的。当所使用电压的频率趋于无穷大时，电容器的电抗趋于 0 ，这时它就像一个理想的导体。但是，当频率趋近零时，电容器的容抗趋于无穷大，这时它就像一个无穷大的电阻。改变电容的大小也会影响阻抗。当电容增大时，阻抗减小，电流相应增大。

从应用的角度看，当电容器两端的电压波动时，电容器改变阻抗的能力，使得它成为频率敏感应用中的特别有用的器件。比如，电容器用于频率敏感分压器、旁路或阻塞网络、滤波网络、瞬变噪声干扰装置、微分电路、积分电路。电容器也用于倍压电路、振荡电路、闪光灯电路。